



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104537645 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201410767647. 7

(22) 申请日 2014. 12. 15

(71) 申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 汪友生 李冠宇 宁克友 金铭
樊存佳

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理
有限公司 11203

代理人 刘萍

(51) Int. Cl.

G06T 7/00(2006. 01)

A61B 8/00(2006. 01)

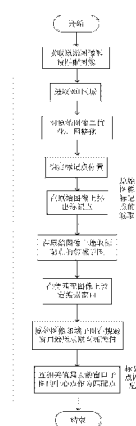
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于血管内超声图像的 ROI 标记点匹配方法

(57) 摘要

一种基于血管内超声图像 ROI 标记点的匹配方法涉及计算机医学图像分析领域。其特征在于,首先将对 IVUS 图像的 ROI 以外区域进行背景抑制,将 ROI 图像提取出来,设定原始图像均匀标记点;然后根据血管壁形变的有限性,以及采集的图像之间不会发生旋转变换,在待匹配图像上设置搜索窗口,搜索窗口的大小根据血管内膜的最大形变量设定。最后在搜索窗口中采用遍历的方法搜索匹配点,将与标记点邻域子图的互相关相似性测度最大的搜索子图的中心位置作为匹配点。与一般的匹配算法比,该方法匹配时间短,精度高。该方法能够提供血管形变前后的位移情况,为弹性计算提供了条件,从而为病变分析提供了很好的依据。



1. 一种基于血管内超声图像的 ROI 标记点匹配方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤 1, 利用血管内超声仪, 匀速回拉导管, 获得人体冠状动脉相同位置不同时刻的两幅或多幅血管内超声图像;

步骤 2, 将步骤 1 得到的血管内超声图像导入计算机, 图像分辨率为 384*384, 以下简称为超声图像;

步骤 3, 对上述超声图像进行超声图像 ROI 的提取; 检测出内外膜轮廓的超声图像, 对其余部分进行白色背景抑制, 得到图像的管腔区域;

步骤 4, 对上述的到的 ROI 图像进行二值化, 将二值化的 ROI 图像网格化, 并且将网格节点中落到图像黑色区域的点的位置记录下来; 节点位置在原图像中标记出来, 即为标记点 P_i ;

步骤 5, 待匹配图像匹配点搜索窗口的选取;

步骤 5.1, 找出图像的几何中心点 $z(x_0, y_0)$, 然后计算内膜上所有的点 P_{ni} 与 z 的欧式距离 d_n ; 两点 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 欧氏距离的计算公式为:

$$dist = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

步骤 5.2, 在待匹配图像上同样计算内膜上所有的点 P_{ni}' 与 $z(x_0, y_0)$ 的欧式距离 d_n' ;

步骤 5.3, 计算 $\max |d_n - d_n'|$ 并取整为 $d_{\max}$;

步骤 5.4, 在待匹配图上以标记点 P_i 的位置为中心, 上下左右以 $d_{\max}$ 为限制条件的矩形窗口即为搜索窗口, 即搜索窗口的长度大小为 $N = 2d_{\max} + 1$;

步骤 6, 标记点的匹配;

设在原始图像中选取的单个标记点 P_i 的为邻域 I_1 , 大小为 $M \times M$, 在步骤 5 中, 计算得到待匹配图像上搜索窗口的大小为 $N \times N (N > M)$, 从搜索窗口的左上角开始, 每个子图作为 I_{2i} , ($i = 1, 2, \dots, (N-M)^2$), 测量 I_1 与 I_{2i} 的相似度 NCC_i ; 这里为保证其统计相关性, 取 $M = N/2$;

其中 NCC_i 的计算公式如下:

$$NCC_i = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M [I_1(x, y) - \bar{I}_1][I_{2i}(x, y) - \bar{I}_{2i}]}{\sqrt{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M [I_1(x, y) - \bar{I}_1]^2} \sqrt{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M [I_{2i}(x, y) - \bar{I}_{2i}]^2}}$$

其中 $\bar{I}_1$ 和 $\bar{I}_{2i}$ 分别代表 I_1 与 I_{2i} 灰度值的均值:

$$\bar{I}_1 = \frac{1}{N^2} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M I_1(x, y), \quad \bar{I}_{2i} = \frac{1}{N^2} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M I_{2i}(x, y)$$

取相似度最大为 NCC_x 子图 I_{2x} 的中心点作为该标记点的匹配点 P_i' 。

一种基于血管内超声图像的 ROI 标记点匹配方法

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机医学图像分析领域,特别涉及一种基于血管内超声 IVUS(Intravascular Ultrasound) 图像的血管感兴趣区域 ROI(region of interest) 标记点的匹配方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着人们生活水平的不断提高和人口老龄化现象的发展,冠心病成为威胁人类健康的主要疾病之一,而动脉粥样硬化(AS)是导致心脑血管疾病的主要病理学基础。血管内超声图像是一种断层切片图像,能够显示当前位置血管的横截面图,详细描述血管壁、内腔和斑块的组织成分,进而对血管腔径、横截面积、血管弹性进行计算,根据斑块声学特征及弹性情况对其进行分析,发现早期易损斑块,在斑块病变诊断上具有冠状动脉造影无法比拟的优势,已成为冠心病诊断的弥补影像学。

[0003] 但在实际诊疗中,对于采集的 IVUS 图像,尽管其提供丰富的信息,但是未经处理的 IVUS 图像还是给医生的诊断带来一定的困难,这就不可避免的导致诊断结果不能非常客观的反映实际情况,所谓医生所感兴趣区域(ROI)是血管管腔区域,即内外膜之间的斑块区域。其中弹性的计算在临床中有重要意义。研究表明,早期的血管病变不会呈现出临床症状,但此时血管的弹性已经发生变化;在症状发生后,不同类型的斑块也能通过弹性的分析来确定其具体成分。因此,能够获取血管的弹性信息,对早期的预防,病情的跟踪诊断,以及更好的实施介入性手术,都能提供良好的信息指导作用,从而可以大幅度的降低急性心脑血管时间的发生率。

[0004] 基于血管内超声的 ROI 标记点的匹配,能够得到血管上相同位置不同时刻的点的位移,为进一步弹性的计算提供条件,其匹配的准确性直接关系到弹性信息的准确。标记点均匀的设定可以反映血管各部分的形变情况。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于,为弹性计算提供依据,对均匀标记点,进行准确的匹配。该方法能够提供在不同时刻的图像上准确的对应标记点,并提供直观的矢量图。

[0006] 本发明的特征如下

[0007] 步骤 1,利用血管内超声仪,匀速回拉导管,在病变处或者病变易发区悬停导管,获得人体冠状动脉相同位置不同时刻的两幅或多幅血管内超声图像;

[0008] 步骤 2,将步骤 1 得到的血管内超声图像导入计算机,图像分辨率为 384*384,以下简称超声图像;

[0009] 步骤 3,对上述超声图像进行超声图像 ROI 的提取。检测出内外膜轮廓的超声图像,对其余部分进行白色背景抑制,得到图像的管腔区域;

[0010] 步骤 4,对上述的到的 ROI 图像进行二值化,将二值化的 ROI 图像网格化,并将网格节点中落到图像黑色区域的点的位置记录下来。节点位置在原图像中标记出来,即为标记

点 P_i ;

[0011] 步骤 5, 待匹配图像匹配点搜索窗口的选取。

[0012] 步骤 5.1, 找出图像的几何中心点 $z(x_0, y_0)$, 并计算内膜上所有的点 P_{ni} 与 z 的欧式距离 d_n ; 两点 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 欧氏距离的计算公式为:

$$[0013] \quad dist = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

[0014] 步骤 5.2, 在待匹配图像上同样计算内膜上所有的点 P_{ni}' 与 $z(x_0, y_0)$ 的欧式距离 d_n' ;

[0015] 步骤 5.3, 计算 $\max |d_n - d_n'|$ 并进一步取整为 $d_{\max}$;

[0016] 步骤 5.4, 在待匹配图上以标记点 P_i 的位置为中心, 上下左右以 $d_{\max}$ 为限制条件的矩形窗口即为搜索窗口, 即搜索窗口的长度大小为 $N = 2d_{\max} + 1$ 。

[0017] 步骤 6, 标记点的匹配。

[0018] 设在原始图像中选取的单个标记点 P_i 的为邻域 I_1 , 大小为 $M \times M$, 在步骤 5 中, 计算得到待匹配图像上搜索窗口的大小为 $N \times N (N > M)$, 从搜索窗口的左上角开始, 每个子图作为 I_{2i} , ($i = 1, 2, \dots, (N-M)^2$), 测量 I_1 与 I_{2i} 的相似度 NCC_i 。这里为保证其统计相关性, 取 $M = N/2$ 。

[0019] 其中 NCC_i 的计算公式如下:

$$[0020] \quad NCC_i = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M [I_1(x, y) - \bar{I}_1][I_{2i}(x, y) - \bar{I}_{2i}]}{\sqrt{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M [I_1(x, y) - \bar{I}_1]^2} \sqrt{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M [I_{2i}(x, y) - \bar{I}_{2i}]^2}}$$

[0021] 其中 $\bar{I}_1$ 和 $\bar{I}_{2i}$ 分别代表 I_1 与 I_{2i} 灰度值的均值:

$$[0022] \quad \bar{I}_1 = \frac{1}{N^2} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M I_1(x, y), \quad \bar{I}_{2i} = \frac{1}{N^2} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M I_{2i}(x, y)$$

[0023] 取相似度最大为 NCC_x 子图 I_{2x} 的中心点作为该标记点的匹配点 P_i' 。

[0024] 本发明的效果为:

[0025] 本发明提出了一种基于血管内超声图像的 ROI 标记点匹配方法, 实现了均匀标记点的匹配, 匹配效果见图 2, 得到不同血压下相同位置的标记点的位移矢量见图 3, 可以看出, 本文提出的方法可以很好的实现了超声图像 ROI 标记点匹配方法, 该方法采用区域限制的方法, 相比全局搜索, 必定减少了匹配时间。该方法能够提供血管形变前后的位移情况, 为弹性计算提供了条件, 从而为病变分析提供了很好的依据。

附图说明

[0026] 图 1 是提取出内外膜原血管内超声图像;

[0027] 图 2 是血管 ROI 图像示意图;

- [0028] 图 3 是匹配效果 (a) 是原始图像标记点, (b) 是待配准图像上的 ;
 [0029] 图 4 是标记点的位移矢量图 ;
 [0030] 图 5 是本发明方法的流程图。

具体实施方式

[0031] 本发明是采用以下技术手段实现的 :

[0032] 一种基于血管内超声图像的 ROI 标记点匹配方法。首先将对 IVUS 图像的 ROI 以外区域进行背景抑制, 将 ROI 图像提取出来, 以落入 ROI 区域的网格节点作为标记点, 以保证标记点的均匀性 ; 然后根据血管壁形变的有限性, 以及采集的图像之间不会发生旋转变换, 在待匹配图像上设置搜索窗口, 搜索窗口的大小根据血管内膜的最大形变量设定。最后在搜索窗口中采用遍历的方法搜索匹配点, 将与标记点邻域子图的互相关相似性测度最大的搜索子图的中心位置作为匹配点。

[0033] 上述基于血管内超声图像的 ROI 标记点匹配方法, 包括下述步骤 :

[0034] 步骤 1, 利用血管内超声仪, 匀速回拉导管, 在病变处或者病变易发区悬停导管, 获得人体冠状动脉相同位置不同时刻的两幅或多幅血管内超声图像 ;

[0035] 步骤 2, 将步骤 1 得到的血管内超声图像导入计算机, 图像分辨率为 384×384 , 以下简称为超声图像 ;

[0036] 步骤 3, 对上述超声图像进行超声图像 ROI 的提取。采用边缘检测方法 (王志东, 汪友生, 李龙, 董路, 李冠宇. 一种血管内超声图像边缘提取的新方法, 计算机系统应用, 2013, 22 (9), 176-179) 内外膜轮廓的超声图像, 对其余部分进行白色背景抑制, 得到图像的管腔区域 ;

[0037] 步骤 4, 对上述的到的 ROI 图像进行二值化, 将二值化的 ROI 图像网格化, 并且将网格节点中落到图像黑色区域的点的位置记录下来。节点位置在原图像中标记出来, 即为标记点 P_i ;

[0038] 步骤 5, 待匹配图像匹配点搜索窗口的选取。

[0039] 找出图像的几何中心点 $z(x_0, y_0)$, 然后计算内膜上所有的点 P_{ni} 与 z 的欧式距离 d_n ; 两点 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 欧氏距离的计算公式为 :

$$[0040] \quad dist = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

[0041] 在待匹配图像上同样计算内膜上所有的点 P_{ni}' 与 $z(x_0, y_0)$ 的欧式距离 d_n' ; 计算 $\max |d_n - d_n'|$ 并取整为 d_{max} ; 在待匹配图上以标记点 P_i 的位置为中心, 上下左右以 d_{max} 为限制条件的矩形窗口即为搜索窗口, 即搜索窗口的长度大小为 $N = 2d_{max} + 1$ 。

[0042] 步骤 6, 标记点的匹配。

[0043] 设在原始图像中选取的单个标记点 P_i 的为邻域 I_1 , 大小为 $M \times M$, 在步骤 5 中, 计算得到待匹配图像上搜索窗口的大小为 $N \times N (N > M)$, 从搜索窗口的左上角开始, 每个子图作为 I_{2i} , ($i = 1, 2, \dots, (N-M)^2$), 测量 I_1 与 I_{2i} 的相似度 NCC_i 。这里为保证其统计相关性, 取 $M = N/2$ 。

[0044] 其中 NCC_i 的计算公式如下 :

[0045]

$$NCC_i = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M [I_1(x, y) - \bar{I}_1][I_{2i}(x, y) - \bar{I}_{2i}]}{\sqrt{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M [I_1(x, y) - \bar{I}_1]^2} \sqrt{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M [I_{2i}(x, y) - \bar{I}_{2i}]^2}} \quad (2)$$

[0046] 其中 $\bar{I}_1$ 和 $\bar{I}_{2i}$ 分别代表 I_1 与 I_{2i} 灰度值的均值：

[0047]

$$\bar{I}_1 = \frac{1}{N^2} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M I_1(x, y), \quad \bar{I}_{2i} = \frac{1}{N^2} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M I_{2i}(x, y) \quad (3)$$

[0048] 取相似度最大为 NCC_x 子图 I_{2x} 的中心点作为该标记点的匹配点 P_i' 。

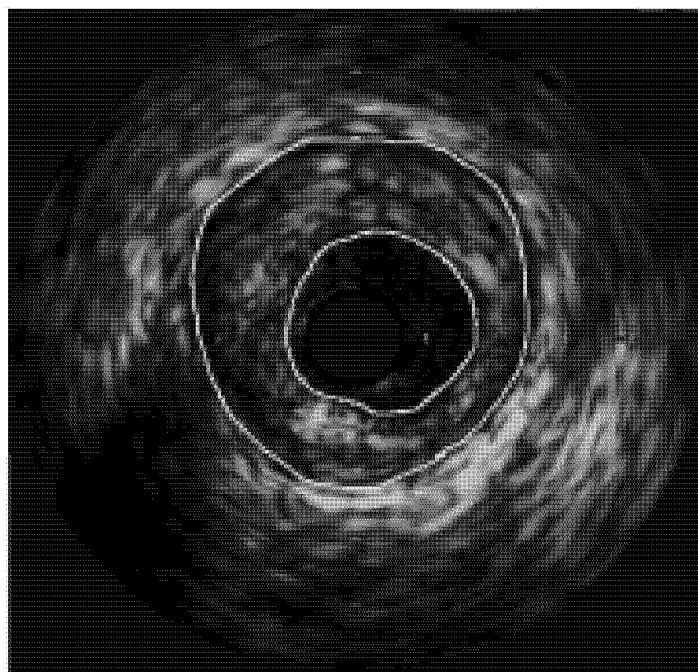


图 1

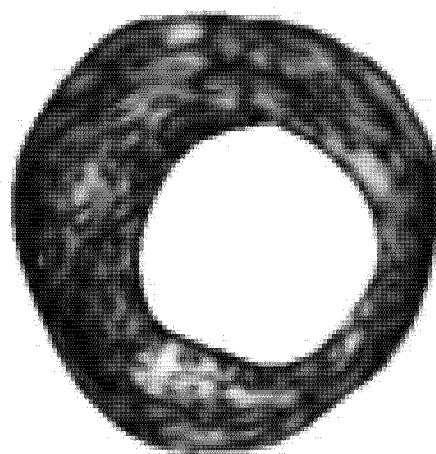
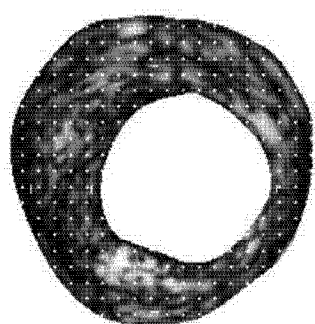
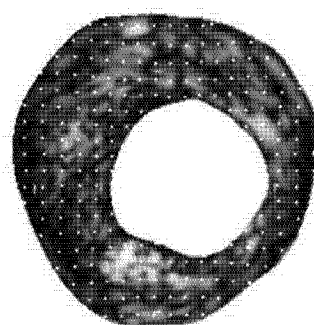


图 2



(a)



(b)

图 3

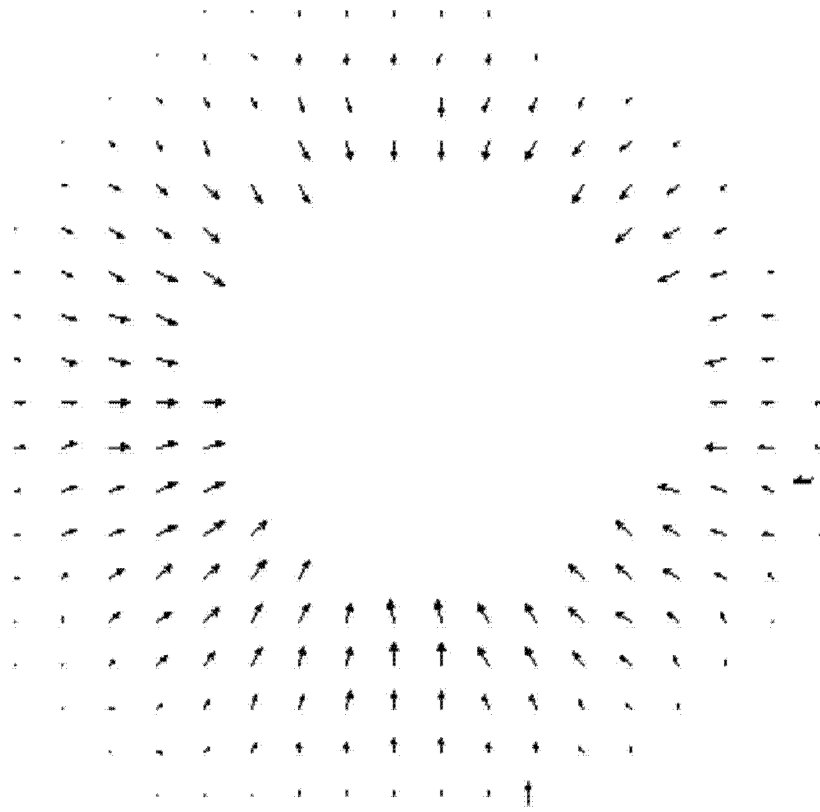


图 4

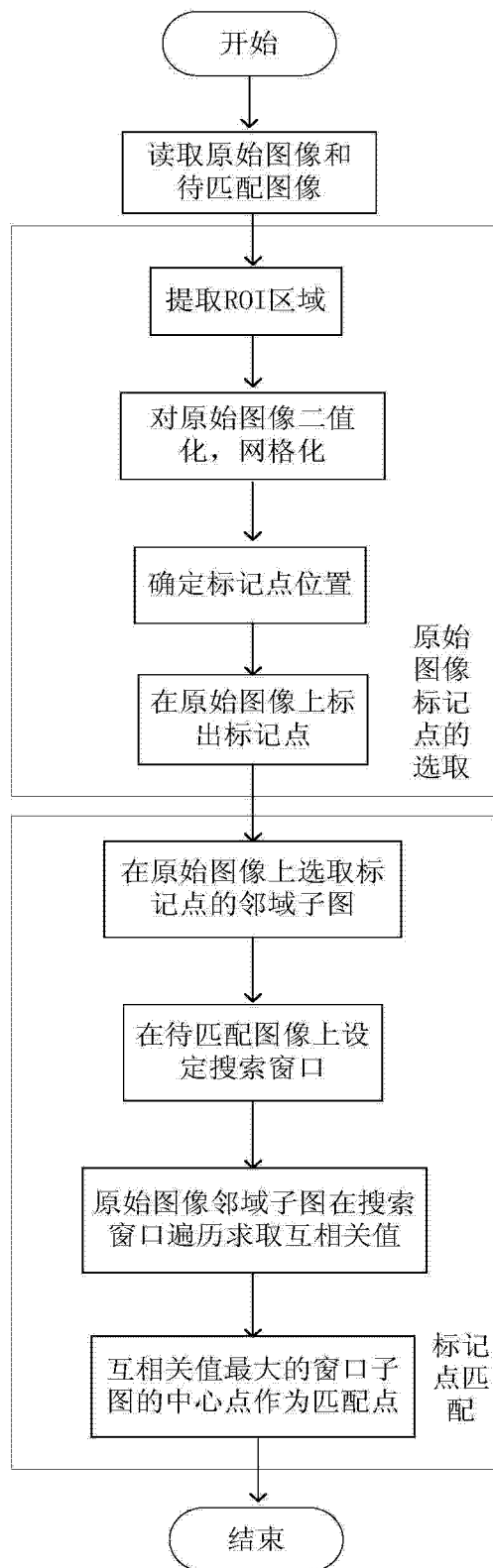


图 5

专利名称(译)	一种基于血管内超声图像的ROI标记点匹配方法		
公开(公告)号	CN104537645A	公开(公告)日	2015-04-22
申请号	CN201410767647.7	申请日	2014-12-15
[标]申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
[标]发明人	汪友生 李冠宇 宁克友 金铭 樊存佳		
发明人	汪友生 李冠宇 宁克友 金铭 樊存佳		
IPC分类号	G06T7/00 A61B8/00		
CPC分类号	G06T7/0012 A61B8/0891 A61B8/12 A61B8/5284 G06T7/32 G06T2207/10132 G06T2207/30101		
代理人(译)	刘萍		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种基于血管内超声图像ROI标记点的匹配方法涉及计算机医学图像分析领域。其特征在于，首先将对IVUS图像的ROI以外区域进行背景抑制，将ROI图像提取出来，设定原始图像均匀标记点；然后根据血管壁形变的有限性，以及采集的图像之间不会发生旋转变换，在待匹配图像上设置搜索窗口，搜索窗口的大小根据血管内膜的最大形变量设定。最后在搜索窗口中采用遍历的方法搜索匹配点，将与标记点邻域子图的互相关相似性测度最大的搜索子图的中心位置作为匹配点。与一般的匹配算法比，该方法匹配时间短，精度高。该方法能够提供血管形变前后的位移情况，为弹性计算提供了条件，从而为病变分析提供了很好的依据。

